第18講　磁場とLorentz力

1

以下の[1]から[9]にあてはまる答えを各解答群から1つ選び答えよ。ただし，同じ答えをくり返し用いてもよい。

磁界中の荷電粒子の運動について，以下の問いに答えよ。

(1) 一様な磁束密度 B［T］の磁界に垂直に入射した電荷 q［C］，質量 m［kg］，速さ v［m/s］の荷電粒子は，速さの方向に対して垂直な向きに[1]［N］の大きさのローレンツ力を受けるため，これが向心力となって等速円運動を行う。等速円運動をしている場合，粒子に働くローレンツ力と遠心力がつり合うため，回転の半径 r は[2]［m］と表される。いま，電荷 $-e$［C］を持つ電子 e が紙面に垂直な磁界のもとで，図1のように同一平面内で回転している場合，磁界の向きは[3]である。

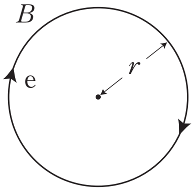


図1

[1]の解答群

① qvB　② qmB　③ mvB　④ qmv

⑤ $\dfrac{mB}{qv}$　⑥ $\dfrac{mv}{qB}$　⑦ $\dfrac{v}{qB}$　⑧ $\dfrac{B}{qv}$

[2]の解答群

① qvB　② $\dfrac{qv}{mB}$　③ $\dfrac{mB}{qv}$　④ $\dfrac{mv}{qB}$

⑤ $\dfrac{qB}{mv}$　⑥ $\dfrac{2\pi m}{qB}$　⑦ $\dfrac{qvB}{2\pi m}$　⑧ $\dfrac{\pi m}{qvB}$

[3]の解答群

① 紙面に垂直で裏から表の向き　② 紙面に垂直で表から裏の向き

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

⑵　いま，図２のように，この円軌道の中心に対して，左側の領域Ⅰで磁束密度 B［T］，右側の領域Ⅱで $2B$［T］の同じ向きで強さの異なる磁界が接している場合を考える。電子が円運動により，領域Ⅰから領域Ⅱへ入った場合，領域Ⅱでの電子の回転半径は，領域Ⅰに比べ［4］倍，速さは［5］倍になる。

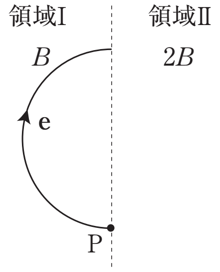


図2

［4］，［5］の解答群

① $\frac{1}{8}$　② $\frac{1}{4}$　③ $\frac{1}{2}$　④ $\frac{\sqrt{2}}{2}$
⑤ 1　⑥ $\sqrt{2}$　⑦ 2　⑧ 4

⑶　電子が図２の点Ｐより円運動を開始したとき，この運動の周期（領域ⅠおよびⅡを半周ずつ回るのに要する時間）は，［6］［s］となり，１周期を終え，領域ⅠとⅡの境界に戻ってきたとき，点Ｐより［7］［m］だけ，図２の紙面内の［8］方向へずれることになる。このような回転を繰り返すと，電子は一定の方向に対して移動を起こすことが分かる。

［6］の解答群

① $\frac{\pi B}{em}$　② $\frac{3\pi B}{2em}$　③ $\frac{3\pi B}{em}$　④ $\frac{2mB}{\pi e}$
⑤ $\frac{\pi m}{eB}$　⑥ $\frac{3\pi m}{2eB}$　⑦ $\frac{3\pi m}{eB}$　⑧ $\frac{3mB}{2\pi e}$

［7］の解答群

① $\frac{ev}{2mB}$　② $\frac{ev}{mB}$　③ $\frac{mB}{2ev}$　④ $\frac{mB}{ev}$
⑤ $\frac{mv}{2eB}$　⑥ $\frac{mv}{eB}$　⑦ $\frac{2\pi m}{eB}$　⑧ $\frac{\pi m}{evB}$

［8］の解答群

① 上　② 下

⑷　電子の運動エネルギーが２倍に変化すれば，領域ⅠおよびⅡを半周ずつ回ってきた後に，点Ｐよりずれる距離は，変化前に比べて［9］倍になる。

［9］の解答群

① $\frac{1}{8}$　② $\frac{1}{4}$　③ $\frac{1}{2}$　④ $\frac{\sqrt{2}}{2}$
⑤ 1　⑥ $\sqrt{2}$　⑦ 2　⑧ 4

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

次の文を読み，各問いに対する最も適当な答えを，それぞれの解答群から一つ選び，その記号を答えよ。ただし，装置はすべて大気中にあり，空気の透磁率は μ_0 ［N/A^2］であり，地磁気や重力による影響は無視する。

［A］

図1で示すように，座標系 O − xyz の z 軸に沿って長い直線導線 L があり，この導線には一定の強さ I_0 ［A］の直流電流が z 軸の正の向きに流れている。次の問いに答えよ。

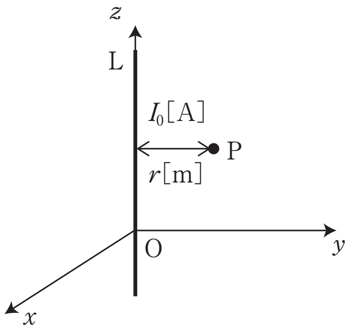


図1

問1　yz 平面内で，導線 L から y 軸に平行に距離 r ［m］離れた点 P における

(1)　磁場の向きはどの向きか。また，

(2)　この磁場の強さは何 A/m か。r と I_0 を用いて表せ。

解答群

(1)　(ア)　x 軸の正の向き　(イ)　x 軸の負の向き　(ウ)　y 軸の正の向き

(エ)　y 軸の負の向き　(オ)　z 軸の正の向き　(カ)　z 軸の負の向き

(2)　(ア)　$\dfrac{I_0}{2\pi r}$　(イ)　$\dfrac{3I_0}{2\pi r}$　(ウ)　$\dfrac{2I_0}{\pi r}$　(エ)　$\dfrac{5I_0}{2\pi r}$　(オ)　$\dfrac{3I_0}{\pi r}$

問2　距離 r ［m］が y 軸に沿って，2倍の $2r$ ［m］になったときの点を Q 点とする（Q 点は図示されていない）。Q 点における磁束密度の大きさ B_Q ［Wb/m^2］（または［T］）と，問1の P 点における磁束密度の大きさ B_P ［Wb/m^2］の関係は次のどの式で表されるか。ただし，導線 L に流れている電流 I_0 ［A］は一定とする。

解答群

(ア)　$B_P = \dfrac{B_Q}{2}$　(イ)　$B_P = B_Q$　(ウ)　$B_P = 2B_Q$　(エ)　$B_P = 4B_Q$

(オ)　$B_P = 3B_Q$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

［B］

図2で示すように，図1と同じように，z 軸の正の向きに強さ I_0［A］の直流電流が流れている長い直線導線Lが z 軸に沿って置かれている。また，電気抵抗のない細い導線でつくられた長方形型のコイルABCDが yz 面内に置かれ，辺ABは z 軸に平行で，z 軸から距離 r［m］の位置にある。辺ADは y 軸上にあり，AB＝2BC＝$2l$［m］である。

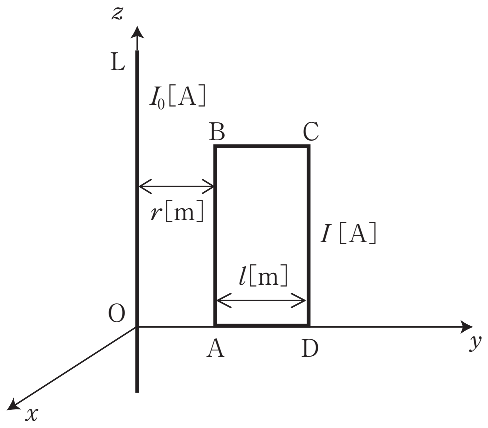


図2

いま，このコイルにA→B→C→D→Aの向きに I［A］の電流が流れているとする。以下で，導線Lを流れる強さ I_0［A］の直流電流がつくる磁場によって，コイルABCDが受ける力について考える。ただし，図2における導線Lと長方形型のコイルの配列状態の変化やコイルの形の変化はないとする。

問3

(1)　まず，辺ABを流れている電流が，長さABの部分で受ける力の向きは次のどれか。また，

(2)　この力の大きさは何Nか。I_0，I，r，l と μ_0 を用いて表せ。

解答群

(1)　(ア)　x 軸の正の向き　(イ)　x 軸の負の向き　(ウ)　y 軸の正の向き

(エ)　y 軸の負の向き　(オ)　z 軸の正の向き　(カ)　z 軸の負の向き

(2)　(ア)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{5\pi r}$　(イ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{4\pi r}$　(ウ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{3\pi r}$　(エ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{2\pi r}$

(オ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 I l}{\pi r}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４

(1)　辺CDを流れている電流が，長さCDの部分で受ける力の向きは次のどれか。

また，

(2)　この力の大きさは何Nか。I_0，I，r，lとμ_0を用いて表せ。

解答群

(1)　(ア)　x軸の正の向き　(イ)　x軸の負の向き　(ウ)　y軸の正の向き

(エ)　y軸の負の向き　(オ)　z軸の正の向き　(カ)　z軸の負の向き

(2)　(ア)　$\dfrac{\mu_0 I_0 Il}{\pi(r+l)}$　(イ)　$\dfrac{2\mu_0 I_0 Il}{\pi(r+l)}$　(ウ)　$\dfrac{3\mu_0 I_0 Il}{\pi(r+l)}$

(エ)　$\dfrac{4\mu_0 I_0 Il}{\pi(r+l)}$　(オ)　$\dfrac{5\mu_0 I_0 Il}{\pi(r+l)}$

問５　辺BCを流れる電流が，長さBCの部分で受ける力の向きは次のどれか。

解答群

(ア)　x軸の正の向き　(イ)　x軸の負の向き　(ウ)　y軸の正の向き

(エ)　y軸の負の向き　(オ)　z軸の正の向き　(カ)　z軸の負の向き

問６　辺BCを流れる電流が，長さBCの部分で受ける力の大きさF_{BC}［N］と，辺ADを流れる電流が，長さADの部分で受ける力の大きさF_{AD}［N］との関係を示す式は次のどれか。

解答群

(ア)　$2F_{BC}=F_{AD}$　(イ)　$F_{BC}=F_{AD}$　(ウ)　$F_{BC}=2F_{AD}$　(エ)　$F_{BC}=3F_{AD}$

(オ)　$F_{BC}=5F_{AD}$

問７

(1)　結局，コイルABCD全体が受ける力の合力の向きは次のどれか。また，

(2)　この合力の大きさK_1は何Nか。

解答群

(1)　(ア)　x軸の正の向き　(イ)　x軸の負の向き　(ウ)　y軸の正の向き

(エ)　y軸の負の向き　(オ)　z軸の正の向き　(カ)　z軸の負の向き

(2)　(ア)　$\dfrac{\mu_0 I_0 Il^2}{5\pi r(r+l)}$　(イ)　$\dfrac{2\mu_0 I_0 Il^2}{3\pi r(r+l)}$　(ウ)　$\dfrac{\mu_0 I_0 Il^2}{\pi r(r+l)}$

(エ)　$\dfrac{5\mu_0 I_0 Il^2}{3\pi r(r+l)}$　(オ)　$\dfrac{2\mu_0 I_0 Il^2}{\pi r(r+l)}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問８　最後に，前で述べた図２の状態で，導線Ｌを流れていた電流の強さ I_0［A］が $2I_0$［A］に変わり，図２の配置状態のまま十分に時間が経過した場合を考える。この場合，導線Ｌを流れる電流による磁場によって，コイル ABCD 全体が受ける力の大きさ K_2［N］は，前の問７(2)で求めた力の大きさ K_1［N］の何倍か。

解答群

(ア)　$\frac{1}{2}$　　(イ)　2　　(ウ)　4　　(エ)　5　　(オ)　7

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

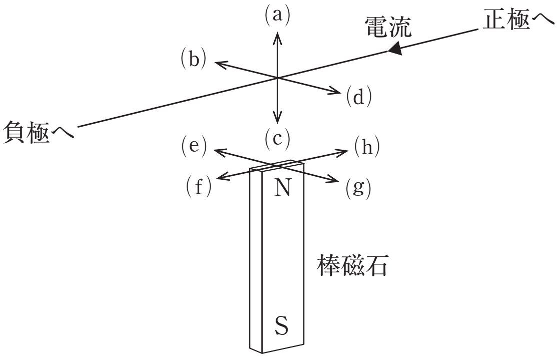
ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

次の文章を読み，下の問いに答えよ。

図のように，水平に配置してある導線に一定の向きと大きさの電流を流し，その真下に，N極を上にして棒磁石を置いた。



(1)　棒磁石が真上の導線部分につくる磁場の向きはどの向きか。正しいものを，次の(ア)〜(エ)のうちから一つ選べ。

(ア)　図中の(a)の向き　　(イ)　図中の(b)の向き

(ウ)　図中の(c)の向き　　(エ)　図中の(d)の向き

(2)　導線が棒磁石のつくる磁場から受ける力の向きはどの向きか。正しいものを，次の(ア)〜(エ)のうちから一つ選べ。

(ア)　図中の(a)の向き　　(イ)　図中の(b)の向き

(ウ)　図中の(c)の向き　　(エ)　図中の(d)の向き

(3)　棒磁石が受ける力について，正しく説明しているものを次の(ア)〜(オ)のうちから一つ選べ。

(ア)　棒磁石は，導線を流れている電流がつくる磁場から，図中の(e)の向きの力を受ける。

(イ)　棒磁石は，導線を流れている電流がつくる磁場から，図中の(f)の向きの力を受ける。

(ウ)　棒磁石は，導線を流れている電流がつくる磁場から，図中の(g)の向きの力を受ける。

(エ)　棒磁石は，導線を流れている電流がつくる磁場から，図中の(h)の向きの力を受ける。

(オ)　棒磁石は，導線を流れている電流から力を受けない。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　磁場とLorentz力

1

1：①　2：④　3：②　4：③　5：⑤　6：⑥　7：⑥　8：①　9：⑥

2

［A］

問1　(1)　(イ)

　　　(2)　(ア)

問2　(ウ)

［B］

問3　(1)　(エ)

　　　(2)　(オ)

問4　(1)　(ウ)

　　　(2)　(ア)

問5　(オ)

問6　(イ)

問7　(1)　(エ)

　　　(2)　(ウ)

問8　(イ)

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

【解答】

(1)　(ア)　　(2)　(イ)　　(3)　(ウ)

【解説】

(1)　(ア)

(2)　フレミングの左手の法則より(b)の向き

(3)　作用・反作用の関係より，(g)の向きに力を受ける。

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。